

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра нутрициологии и биоэлементологии

М.Г. Скальная, О.В. Баранова

## **МИКРОЭЛЕМЕНТОЗЫ ЧЕЛОВЕКА**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальностям 240801.65 Машины и аппараты химических производств, 260601.65 Машины и аппараты пищевых производств, по направлениям подготовки 201000.62 Биотехнические системы и технологии, 280700.62 Техносферная безопасность

Оренбург  
2012

УДК 616.39 (076)  
ББК 54.152.5я7  
С 42

Рецензент – доктор биологических наук С.В.Лебедев

**Скальная, М.Г.**

**С 42** **Микроэлементозы человека:** методические указания / М.Г. Скальная, О.В. Баранова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2012. - 20 с.

В методических указаниях дано определение микроэлементозов и приведена рабочая классификация микроэлементозов человека. Рассмотрены примеры природных экзо- и эндогенных микроэлементозов. Уделено внимание развитию эндемических заболеваний. Приведены примеры антропогенных факторов среды обитания и их вклад в формирование дисбалансов микроэлементов. Дана оценка основных причин развития ятрогенных микроэлементозов. Описаны современные методы определения химических элементов в биоматериалах.

Методические указания предназначены для проведения практического занятия по дисциплине «Биоэлементы и другие микронутриенты» для студентов специальностей 240801.65 Машины и аппараты химических производств, 260601.65 Машины и аппараты пищевых производств; по дисциплине «Основы здорового питания» для бакалавров по направлению подготовки 280700.62 Техносферная безопасность; по дисциплине «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» для бакалавров по направлению подготовки 201000.62 Биотехнические системы и технологии.

УДК 616.39 (076)  
ББК 54.152.5я7

© Скальная М.Г.,  
Баранова О.В., 2012  
© ОГУ, 2012

## Содержание

Введение.....	4
1 Цель и задачи практического занятия.....	5
2 Определение и рабочая классификация микроэлементозов человека.....	5
3 Природные эндогенные микроэлементозы.....	6
3.1 Врожденные микроэлементозы.....	6
3.2 Наследственные микроэлементозы.....	8
4 Природные экзогенные микроэлементозы.....	8
4.1 Эндемические болезни.....	9
5 Техногенные (антропогенные) микроэлементозы.....	10
6 Ятрогенные микроэлементозы.....	13
7 Диагностика микроэлементозов.....	15
8 Тестовые задания для выполнения практического задания .....	17
9 Контрольные вопросы.....	19
Список использованных источников .....	20

## Введение

Организм человека осуществляет активный обмен химических элементов с окружающей средой путем потребления пищи, воды, дыхания и напрямую зависит от изменения внешних условий обитания. Приспособление к меняющимся условиям среды обитания приводит к активации или инактивации ферментных систем, где активную роль играют биоэлементы. Деятельность человека в производственной сфере также сопровождается выбросами химических элементов в атмосферу и загрязнению почв. Все это не может не влиять на гомеостаз биоэлементов в организме.

Биоэлементы в организме человека содержатся в крайне небольшом количестве, что составляет от  $10^{-3}$  % до  $10^{-12}$  % от общей массы тела. Необходимость структурирования знаний о химических элементах назрела давно. С точки зрения количественного подхода химические элементы были поделены на макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Преобладание функционального подхода позволило разделить элементы на эссенциальные и токсичные. Однако изменение дозы поступающего элемента приводит к перемещению из одной группы в другую и формированию промежуточных групп (условно токсичных и условно эссенциальных). Врачи, начиная с древних времен, наблюдали “микроэлементную” природу в возникновении многих заболеваний. Учет факторов, влияющих на гомеостаз биоэлементов, позволил А.П. Авцыну с соавторами выдвинуть клиническую классификацию химических элементов и ввести термин “микроэлементозы”.

## **1 Цель и задачи практического занятия**

Цель занятия: ознакомить студентов с определением микроэлементозов и рабочей классификацией. Дать определения природным, техногенным и ятрогенным микроэлементозам. На примере эндемических заболеваний описать значение того или иного химического элемента в развитии дисэлементоза. Указать на антропогенный фактор загрязнения окружающей среды. Привлечь внимание к ятрогенному характеру нарушения гомеостаза биоэлементов у человека. Ознакомить с современными методами определения химических элементов в биообъектах.

Задачи:

- 1) дать определение микроэлементозов;
- 2) проанализировать основные группы микроэлементозов;
- 3) показать роль среды обитания на развитие эндемических заболеваний;
- 4) оценить вклад антропогенных (производственных) факторов в дисбалансе микроэлементов;
- 5) описать участие фармпрепаратов в создании ятрогенных микроэлементозов;
- 6) сформировать представление о современных методах определения химических элементов в биообразцах.

## **2 Определение и рабочая классификация микроэлементозов человека**

Начиная с античных времен, накапливались сведения об участии микроэлементов в развитии заболеваний человека, что приводило к назначению врачами препаратов, содержащих микроэлементы. Так, эмпирически, а затем и методами лабораторной диагностики была установлена связь между дефицитом железа и анемией, доказана роль дефицита йода в возникновении эндемического зоба и т.д. На современном этапе развития медицинской науки группой исследователей во главе с А.П. Авцыным предпринята попытка классифицировать основные причины и со-

стояния, приводящие к нарушению гомеостаза биоэлементов. Определение *микроэлементозов* включает в себя патологические процессы, вызванные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов, которые отражаются на показателях здоровья человека.

Таблица 1 - Рабочая классификация микроэлементозов человека (по А.П. Авцыну с соавт., 1991)

Микроэлементозы	Основные формы заболеваний
Природные эндогенные	1. Врожденные 2. Наследственные
Природные экзогенные	1. Вызванные дефицитом МЭ 2. Вызванные избытком МЭ 3. Вызванные дисбалансом МЭ
Техногенные	1. Промышленные (профессиональные) 2. Соседские 3. Трансагрессивные
Ятрогенные	1. Вызванные дефицитом МЭ 2. Вызванные избытком МЭ 3. Вызванные дисбалансом МЭ

### **3 Природные эндогенные микроэлементозы**

#### **3.1 Врожденные микроэлементозы**

Наследственными болезнями человека называют такие патологические состояния, причиной которых является изменение генетического материала клетки. В отличие от наследственных заболеваний врождённые обусловлены внутриутробными повреждениями или воздействием повреждающих факторов на плод во время беременности. Наиболее часто в основе заболеваний ребенка лежит микроэлементоз

матери. Так, например, у матерей, страдающих алкоголизмом, высока вероятность рождения ребенка с малым весом (гипотрофия плода), развития алкогольной энцефалопатии, что сопровождается выраженным дефицитом цинка и дисбалансом др. микроэлементов. В экологически неблагоприятных регионах (избыток тяжелых металлов и др. токсических веществ) наблюдается высокая частота врожденных уродств, частая заболеваемость детского населения в сочетании с гипомикроэлементозами (цинк, селен, магний, кальций, медь и др.).

Таким образом, формируются дисэлементозы – избыточное накопление одних (свинец, ртуть, мышьяк), так называемый гиперэлементоз, на фоне развития дефицита эссенциальных (цинк, медь, селен, магний и др.), так называемый гипозэлементоз.

Среди нарушений обмена микроэлементов, где основную роль играют генетические факторы, относятся такие моногенные заболевания, как *болезнь Вильсона (гепатоцеребральная дистрофия)* — врождённое нарушение метаболизма меди, приводящее к тяжелейшим поражениям центральной нервной системы и внутренних органов (в основном, печени). Заболевание передается по аутосомно-рецессивному типу. Ген АТР7В, который расположен на 13-й хромосоме, кодирует высвобождение меди гепатоцитами. При этом свободная медь (без связи с церулоплазмином) откладывается в клетках печени и мозга, приводя к разрушению этих структур. *Болезнь Менкеса* — нарушение клеточного транспорта меди, при котором наблюдается замедление роста, патологии нервной системы, а также характерное закручивание волос, за что это состояние также называют “*болезнью курчавых волос*”. Комплекс симптомов вызывается мутациями в гене АТР7А, кодирующем АТФ-азу, что приводит к нарушению выхода меди из энтероцитов и транспорту ее в другие клетки организма.

*Энтеропатический акродерматит* рассматривают как аутосомно-рецессивное заболевание, обусловленное нарушением всасываемости цинка в кишечнике в результате дефицита его транспортеров (ZnT4) и отсутствия фермента олигопептидазы. Ген, кодирующий этот процесс, расположен на 20 хромосоме. Основными проявлениями болезни являются: диарея, акродерматит, тотальная алопе-

ция, гипоплазия тимуса, иммунодефицитные состояния, задержка развития у детей и др.

*Гемохроматоз (пигментный цирроз печени, бронзовый диабет)* – заболевание, связывают с мутацией гена HFe, расположенного в 6 хромосоме и кодирующего одноименный белок, который отвечает за захват железа клетками. В результате свободное железо (без связи с трансферрином) откладывается в органах и тканях в виде железосодержащих пигментов.

### **3.2 Наследственные микроэлементозы**

Наследственные микроэлементозы могут быть вызваны не только мутацией гена, кодирующего обмен того или иного элемента и приводит к развитию моногенного генетического заболевания, но и быть проявлением генного полиморфизма. Большинство известных полиморфизмов выражаются либо в заменах одного нуклеотида, либо в изменении числа повторяющихся фрагментов ДНК. Подобные замены или мутации определяют только наследственную предрасположенность к развитию заболеваний (в первую очередь, мультифакторных). В совокупности с нездоровой диетой и неправильным образом жизни, организм становится, более восприимчив к болезни. Полиморфизм приводит к изменению активности того или иного фермента. Для микроэлементного обмена самыми главными являются мутации в генах, кодирующих ферменты, в активный центр, которого встроен тот или иной микроэлемент. К широко известным мутациям можно отнести, а- или гипоцерулоплазминемия, синдром Элерса-Данло, миоклональная эпилепсия, связанные с активностью медьсодержащих ферментов и др.

### **4 Природные экзогенные микроэлементозы**

К природным микроэлементозам относят те, которые развиваются на определенных географических территориях и не обусловлены антропогенными факторами (производственная деятельность человека). Болезни, развивающиеся на этих терри-

ториях, принято называть эндемическими. В.И. Вернадский, развивая учение о биосфере, установил, что химический состав организмов связан с химическим составом земной коры. В процессе эволюционного развития организм вырабатывает способность к избирательному поглощению определенных химических элементов. Обмен веществ с окружающей средой осуществляется через биогеохимические пищевые цепи. В эти цепи включаются микроэлементы поглощаемые растениями и животными, а далее поступающие в организм человека.

#### **4.1 Эндемические заболевания**

Особенно существенное значение для жизни организмов имеют пороговые концентрации химических элементов, т.е. концентрации, за пределами которых происходит срыв регулирующих функций организма, и в результате этого возникает эндемическая болезнь (Ковальский В.В., 1974 г.). *Эндемическое заболевание* – это болезнь, наблюдающаяся у лиц, длительно проживающих на ограниченной территории и связанная с геохимическими особенностями среды. Классическим примером эндемического заболевания является эндемический зоб (при недостатке йода в продуктах питания), который определяется более, чем у 5 % проживающих на этой территории людей. Недостаток йода приводит к развитию гиперплазии и гипертрофии щитовидной железы, а в дальнейшем к атрофии железистой ткани. Признаками гипотиреоза является снижение энергетического обмена веществ, ожирение, нарушение термогенеза, пассивность, апатия, снижение трудоспособности, выпадение волос. У детей наблюдались врожденные дефекты развития, умственная отсталость. Эндемическая подагра в некоторых районах Армении имеет своей причиной избыток молибдена. *Уровская болезнь (болезнь Кашина-Бека)* определяется совокупным влиянием дефицита кальция, калия и натрия при избытке стронция и бария. Болезнь Кашина-Бека может быть отнесена к эндемическому полигипермикроэлементозу и протекает в виде остеодеформирующего остеоартроза, особенно межфаланговых (медвежья лапа), тазобедренных суставов и позвоночника (утиная походка). Широко известны эндемические болезни зубов — флюороз и кариес. Флюороз возникает от

избытка фтора, а кариес — при недостатке его в питьевой воде. Оба заболевания выражаются в разрушении костной ткани, пятнистости и хрупкости зубов. Селеновый токсикоз получил название "щелочной" болезни. В то же время селен относится к эссенциальным элементам и должен поступать в организм человека в физиологически оптимальной суточной дозе (от 50 до 200 мкг). В некоторых регионах Китая, Египта, Финляндии и Швеции содержание селена в почвах значительно меньше кларка (среднее содержание в земной коре). Такое низкое содержание селена в почве и соответственно в растительных продуктах является причиной возникновения *болезни Кешана* - селенового гипомикроэлементоза, при котором наблюдается ювенильная кардиопатия, повышен риск развития атеросклероза, гипертонической болезни, новообразований, артралгий (болей в суставах).

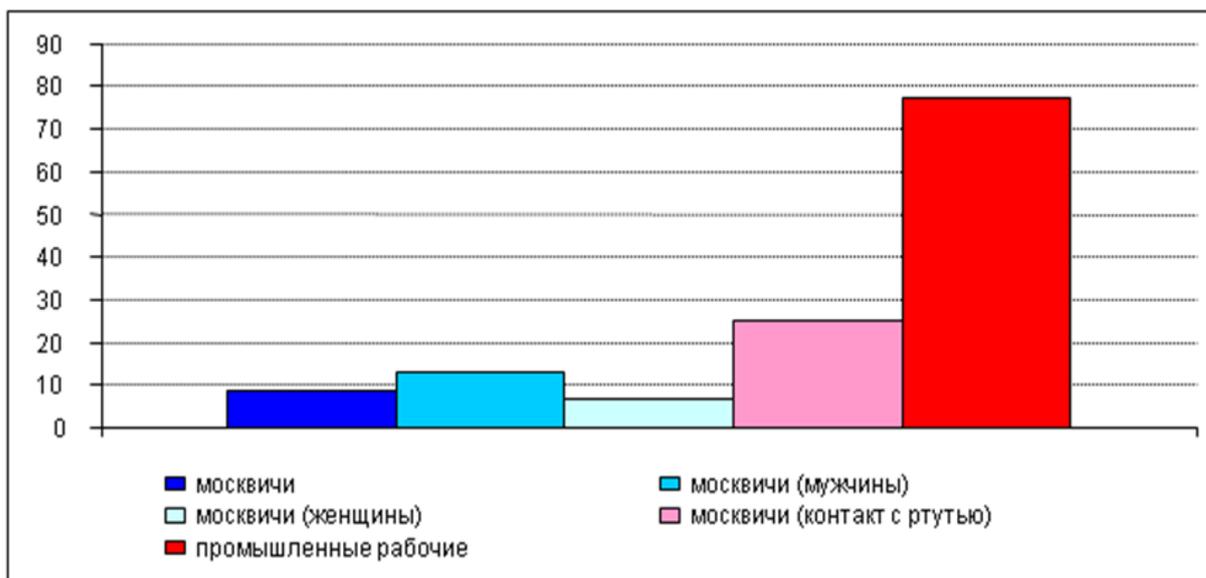
## **5 Техногенные (антропогенные) микроэлементозы**

В настоящее время, кроме природных по тому или иному химическому элементу почвенных регионов, появились искусственные биогеохимические районы и провинции. Их появление связано с использованием различных пестицидов, минеральных удобрений, стимуляторов роста растений, а также с поступлением в почву промышленных выбросов, сточных вод и отходов. Таким образом, эти изменения в химическом составе обусловлены производственной деятельностью человека, то есть, связаны с антропогенным фактором. На этих территориях отмечается повышение уровня заболеваемости, количества случаев врожденных уродств и аномалий развития. Кроме того, уменьшается способность почвы к самоочищению. Связанные с производственной деятельностью человека болезни и синдромы, вызванные дисбалансом микроэлементов, принято относить к техногенным микроэлементозам.

*Техногенные микроэлементозы* возникают у лиц, непосредственно работающих на вредном производстве, так называемые промышленные (профессиональные). Кроме этого, загрязнение территории может происходить и в непосредственной близости от завода, что принято называть соседскими микроэлементозами. Трансагрессивные микроэлементозы развиваются на значительном расстоянии от

вредного производства и обусловлены водным (течение рек) или воздушным (влиянием розы ветров) переносом.

Известно, что ртуть и ее соединения относятся к высокотоксичным веществам. Выделяют следующие соединения ртути: металлическая ртуть, неорганические соединения (II) ртути, а также органические соединения, поступающие в организм с пищевыми продуктами. Данные соединения отличаются друг от друга по уровню резорбции и скорости экскреции из организма. Так, неорганическая ртуть абсорбируется до 80 % в респираторном тракте, тогда как органические соединения ртути всасываются и выводятся из желудочно-кишечного тракта. Выраженное общетоксическое действие ртути проявляется расстройствами функции почек, нейротоксическими, эмбриотоксическими, мутагенными, карцерогенными эффектами на здоровье человека. Меркуриализ - профессиональное заболевание лиц, занятых в ламповых, зеркальных производствах, добыче и переработке металлов, у ювелиров. В этой категории лиц содержание ртути в биосубстратах (волосы, кровь, моча) значительно превышает референтные значения (рисунок 1). Однако в санитарной зоне предприятий, а также в техногенных локусах (например, при несоблюдении правил утилизации ламп “дневного света”) у людей отмечается повышенное накопление ртути в волосах и моче практически в 2 раза по сравнению с референтными показателями. Этот процесс можно описать как носительство ртути, вызванное близостью расположения жилой зоны к вредному производству. При этом у рабочих данных производств накопление поллютанта может достигать уровней интоксикации.



***Рисунок 1 - Частота избыточного накопления Hg в волосах (в %) в разных группах обследованных***

Болезнь Минамата относится к разновидности отравления ртутью у детей и взрослых, проживавших в 1953—1966 гг. в городах у залива Минамата Бей, Японии. Заболевание стало символом катастрофически вредного влияния на здоровье людей загрязнения окружающей среды промышленными отходами. Так, в рыбе в заливе Минамата содержание метилртути составляло от 8000 до 40 000 мкг/кг, тогда как в воде её содержание не превышало 700 мкг/л. Попадание метилртути с пищевой цепью и ее способность проходить через плацентарный барьер и вызывала врожденную болезнь Минамата. Симптомы включали нарушение моторики, парестезию в конечностях, ослабление зрения и слуха, а в тяжёлых случаях — паралич и нарушение сознания с летальным исходом.

Хроническая интоксикация мышьяком приводит к заболеваниям нервной системы, сосудистым расстройствам (“болезнь черных стоп” на Тайване), дерматологическим заболеваниям (гиперкератоз). Хорошо известен канцерогенный эффект мышьяка (рак кожи, легкого, желчного пузыря, печени и др.). Загрязнения окружающей среды мышьяком и проблемы здоровья затрагивают миллионы людей, особенно проживающих в Юго-Восточной Азии (10 стран) и 34 странах Западного ре-

гиона Тихого океана (суммарно – 52 % от общей популяции детей). Основным источником избыточного поступления мышьяка является питьевая вода, а также производственные факторы. Так, например в г. Пласт на золотодобывающей фабрике содержание мышьяка в десятки раз превосходило референтные показатели, а неправильная утилизация отходов производства приводила к многократному накоплению этого токсиканта в жителей близлежащих территорий. При оценке онкологического риска удалось установить повышенную онкологическую заболеваемость у жителей г. Пласт по сравнению с другими городами этого региона.

Техногенное загрязнение почвы мышьяком приводило к развитию “копытной болезни”, которую впервые зарегистрировали в Японии. Заболели свыше 12 тыс. лиц, из них 120 детей умерли. Заболевание проявлялось признаками гиперкератоза, наблюдались выпадение волос, ломкость ногтей, невриты, параличи, нарушение зрения, поражение печени, рак желудка.

## **6 Ятрогенные микроэлементозы**

В последние годы возросло значение ятрогенных микроэлементозов, что связывается с лечением различных заболеваний препаратами, содержащими микроэлементы (железо, литий, йод, фтор, ртуть, висмут, мышьяк и многие другие). Кроме этого, дисбаланс микроэлементов возникает при парентеральном питанием, гемодиализе, терапии D-пеницилламином, цитостатиками и другими медикаментами. По современным представлениям *ятрогенные заболевания* – это функциональные, органические и сочетанные заболевания, осложнения и последствия, причиной которых явилось ошибочное поведение или назначение врача, в том числе при обследовании здорового человека (во время профилактических осмотров и др.).

Так, чрезмерное увлечение препаратами железа при лечении анемии может стать причиной накопления железа в паренхиматозных органах, в первую очередь печени, и развитие феррохроматоза. Избыточное назначение препаратов лития, используемые в психиатрической практике, приводит к тремору кистей, полиурии и жажде. Тяжелое отравление литием сопровождается неврологическими расстрой-

ствами: атаксия, потери памяти и ориентации, судороги, кома. Поэтому при приеме препаратов лития настоятельно рекомендуется регулярное его определение к сыворотке крови и своевременное назначение антагонистов (например, NaCl) при увеличении содержания лития в организме.

Применение некоторых фармпрепаратов, таких как антибиотики, глюкокортикоиды, проведение химиотерапии и лучевой терапии сопровождается развитием дефицита цинка. Длительный прием больших доз кальция, магния, меди и др. также приводит к цинкдефицитным состояниям. Проведение гемодиализа чревато накоплением в организме алюминия. Многие современные медицинские препараты обладают как синергической, так и антагонистической функцией в отношении макро- и микроэлементов. К таким препаратам можно отнести нейтролептики, статины,  $\beta$ -блокаторы, гормональные препараты и многие др.

Прием хелатирующих препаратов (различные соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА, трилон Б, тетацин, пентацин, D-пеницилламин дефероксамин, десферал, унитиол и т.д.) приводит образованию комплекса препарата и металлов и сопровождается нарушением равновесия между металлом плазмы крови и металлом, содержащимся, например, в жировой ткани, эритроцитах, печени, костной ткани и т.д. Основное показание к применению этих препаратов является интоксикация металлами и другими токсичными веществами (свинец, ртуть, бериллий, медь, железо, алюминий и др.). Отрицательной стороной их использования является развитие дисэлементоза, основным проявлением которого является развитие дефицитов эссенциальных микро- и макроэлементов (кальция, магния, железа, марганца, кобальта, цинка и др.). Так, при обследовании лиц с интоксикацией свинцом или ртутью, получающих тетацин, было установлено, что при длительном применении резко увеличивается выведение из организма меди и марганца. Эти данные привели к необходимости дополнительного введения названных жизненно важных микроэлементов с целью восполнения их потерь.

Таким образом, бесконтрольный прием препаратов, содержащих микроэлементы, приводит к нарушению гомеостаза биоэлементов в организме человека. Любое назначение (как самостоятельное, так и врачебное) должно быть строго обосновано.

ванным, а последствия приема оценены с использованием методов лабораторной диагностики. С другой стороны, такой подход предполагает более тщательное и разностороннее обследование пациента и приводит к повышению стоимости диагностического и лечебного процессов.

## **7 Диагностика микроэлементозов**

В современной практике диагностики микроэлементозов человека приняты методы определения содержания химических элементов в цельной крови, моче, волосах, слюне, зубном дентине и костной ткани. Одни методы, например, определение элементов в крови и моче, уже давно используются многими специалистами для оценки накопления или интоксикации тяжелыми металлами (например, свинца); другие, такие как, определение микроэлементов в волосах, костной ткани, слюне только сейчас входят во врачебную практику.

Для определения уровней содержания различных макро- и микроэлементов в организме человека приняты методы количественного анализа этих элементов в биосубстратах человека. Процедура количественного выделения элементов из всех типов биологических проб (за исключением рентгенофлуоресцентного метода *in vivo*), как правило, выполняется методом "мокрого озоления" (в растворе особо чистых кислот) в закрытой посуде и под давлением (в установках микроволнового разложения). Широко используется метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), отличающейся высокой чувствительностью, что позволяет определять очень низких концентраций микроэлементов в биосубстратах. Этот метод, как правило, используются при анализе цельной крови и мочи. Однако производительность данного метода при определении сразу нескольких элементов достаточно низкая. В последнее время получили широкое распространение и считаются весьма эффективными методы определения элементов в органах и биосредах человека с помощью атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП и ИСП-МС). Эти методы позволяют в одной пробе одновременно определять

20 и более макро- и микроэлементов, что очень важно при комплексной оценке взаимодействий биоэлементов.

Отметим, что кроме выше названных аналитических методов, при определении макро- и микроэлементного состава биосубстратов человека используются нейтронно-активационный, лазерный спектрографический и рентгенофлуоресцентный методы *in vivo* (при определении в живых костных тканях) и др.

Выбор биологического образца для анализа (кровь, моча, волосы, слюна и т.д.) зависит от метаболизма биоэлемента в организме человека, а также механизмов его элиминации и многих других внешних факторов. Так, например, надежным методом определения содержания меди является анализ сыворотки крови. Однако при назначении D-пенициламина лучшим биообразцом для анализа становится моча. В нормальных физиологических условиях медь выводится из организма через желудочно-кишечный тракт, тогда как препарат, связывая медь, элиминируется из организма с мочой.

## **8 Тестовые задания для выполнения практического задания**

Для закрепления теоретического материала и развития навыков применения полученных знаний на практике, студенту рекомендуется ответить на вопросы теста.

*Примечание - Ряд вопросов содержат несколько правильных ответов.*

### **1 Микроэлементозы человека бывают:**

- а) природные;
- б) ятрогенные;
- в) техногенные.

### **2 Ятрогенные микроэлементозы вызваны:**

- а) дефицитом МЭ;
- б) избытком МЭ;
- в) дисбалансом МЭ.

### **3 Техногенные микроэлементозы делятся на:**

- а) промышленные;
- б) соседские;
- в) трансгрессивные.

### **4 К природным эндогенным микроэлементозам относятся:**

- а) врожденные;
- б) наследственные;
- в) вызванные дефицитом микроэлементов.

### **5 К природным экзогенным микроэлементозам не относятся:**

- а) наследственные;
- б) вызванные дефицитом микроэлементов;
- в) вызванные избытком микроэлементов.

### **6 В основе заболевания может лежать микроэлементоз матери при:**

- а) природных эндогенных микроэлементов;
- б) природных экзогенных микроэлементов;

- в) ятрогенных микроэлементов;
- г) техногенных микроэлементов.

**7 Для диагностики микроэлементов в организме человека используют:**

- а) кровь;
- в) слюну;
- б) волосы.

**8 К аналитическим методам не относятся:**

- а) атомно-абсорбционный спектрометрический;
- б) масс-спектрометрический;
- в) лазерный спектрографический.

**9 Дефицит цинка в организме возникает вследствие применения:**

- а) антибиотиков;
- б) химиотерапии;
- в) мясных и рыбных продуктов.

**10 Болезнь Минамата относится к разновидности отравления:**

- а) мышьяком;
- б) ртутью;
- в) свинцом.

**11 Основным источником избыточного поступления в организм мышьяка является:**

- а) хлебобулочные изделия;
- б) питьевая вода;
- в) производственные факторы.

**12 Состояние, наблюдающееся у лиц, длительно проживающих на ограниченной территории и связанное с геохимическими особенностями среды – это:**

- А) ятрогенное заболевание;
- Б) техногенное заболевание;
- В) эндемическое заболевание.

## 9 Контрольные вопросы

- 1 Что такое микроэлементозы человека?
- 2 Приведите рабочую классификацию микроэлементозов.
- 3 Приведите примеры врожденных микроэлементозов.
- 4 Что собой представляют наследственные микроэлементозы?
- 5 Охарактеризуйте эндемические заболевания.
- 6 Назовите причины появления техногенных (антропогенных) микроэлементозов.
- 7 Назовите причины развития ятрогенных микроэлементозов.
- 8 Какие приняты методы определения содержания химических элементов в современной практике диагностики микроэлементозов человека?

## Список использованных источников

1 Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса : монография / А.В. Скальный, А.Т.Быков, Е.П. Серебрянский, М.Г. Скальная. – Оренбург : РИК ГОУ ОГК, 2003. – 146 с. – ISBN 5-7410-0515-2.

2 Скальный, А.В. Выявление и коррекция нарушений обмена макро- и микро-элементов : метод. указания / А.В. Скальный, А.Т.Быков, М.Г. Скальная. – М.: [Б.и], 2000. – 32 с.

3 Скальная, М.Г. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты : монография / М.Г. Скальная, С.В. Нотова. – М.: РОСМЭМ, 2004. – 310 с. – ISBN 5-7410-0198-X.

4 Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине : учеб. пособие / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. – 272 с. - ISBN 5-329-00930-8.

5 Современные методы определения химических элементов : учеб. пособие / М.Г. Скальная, Е.В. Лакарова, А.В. Скальный, Т.И.Бурцева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 164 с. – ISBN 978-5-7410-1156-0.